

Control de calidad en la comercialización de frutas

Proyecto para grandes superficies y centros de distribución

La calidad global de los alimentos, tal y como la va a apreciar el consumidor final, debe lograrse por la interacción de todos los participantes en el sector (productores, transporte, almacenamiento, distribución, industria, etc.) para lo cual es imprescindible implantar sistemas de aseguramiento de la calidad y herramientas de control (Calvo Rebollar, 1998).

● **VALERO, C. ; RUIZ-ALTISENT, M.** Dpto. Ingeniería Rural, ETSIA-UPM. labpropfis5@iru.etsia.upm.es

A lo largo del canal de comercialización de las frutas frescas, la calidad del producto puede verse deteriorada en diferentes puntos del proceso. Uno de estos puntos críticos es el paso de la fruta desde el productor (con o sin control de calidad) al mayorista. El producto puede llegar en condiciones muy diferentes a las observadas en campo o las líneas de clasificación, debido a un mal control durante el transporte, a daños, etc. Incluso si la fruta no se daña, su estado de madurez puede cambiar y el distribuidor debe conocer su nivel de maduración y su posible evolución para decidir cómo y a dónde enviar cada lote de producto. Por ello, un centro de control de calidad es necesario en las grandes superficies de distribución o en cualquier central hortofrutícola, para asegurarse de que la fruta que adquieren posee suficiente calidad y para garantizarla a sus clientes.

Durante los últimos años se han realizado muchas investigaciones en el área de la calidad de frutas y se han desarrollado modelos de predicción y técnicas de medida de parámetros de calidad. Muchos se basan en tecnologías muy avanzadas (y caras), otras son destructivas o simplemente no están lo bastante evolucionadas para ser aplicadas al día de hoy. Sin embargo,



hay sistemas adecuadamente desarrollados para ser puestos en funcionamiento por el profesional del comercio de fruta, listos para ser aplicados y de fácil uso, que pueden medir los principales parámetros de calidad.

El objetivo de este trabajo ha sido revisar el estado actual del control de calidad de frutas y transferir los resultados de la investigación al canal comercial a un nivel aplicable por las empresas frutícolas. Para ello se ha diseñado un sistema de control de calidad que combina técnicas de control rápido con equipos de laboratorio precisos y métodos de muestreo estadísticos, para obtener un proceso dinámico y objetivo a la vez:

1.- Se han seleccionado diversos equipos de medida portátiles y equipos de labo-

TABLA 1. LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE FRUTA COMO EL PROPUESTO RESULTA INTERESANTE.

VENTAJAS DEL USO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD DE FRUTA EN RECEPCIÓN

- Supervisión y trazabilidad del producto, además de la información añadida sobre calidad organoléptica de cada palet.
- Minimiza la subjetividad humana en la evaluación de la calidad de la fruta.
- Incorpora modernas técnicas de medida, aún sin incurrir en el uso de altas tecnologías de precio elevado.
- Control de proveedores exhaustivo, de forma automatizada e individualizada.
- Herramienta de negociación en las transacciones comerciales entre productores, distribuidores, etc.
- Herramienta para la aplicación de sistemas ISO 9000.
- Ayuda a las decisiones comerciales empresariales y fuente de información sobre calidad de frutas para el futuro.

ratorio fáciles de usar, combinándolos para controlar los parámetros de calidad de la fruta más importantes.

2.- El sistema se apoya en una red informática que automatiza en gran parte el proceso y se encarga de almacenar los datos obtenidos y de compararlos con los niveles de calidad que se exijan.

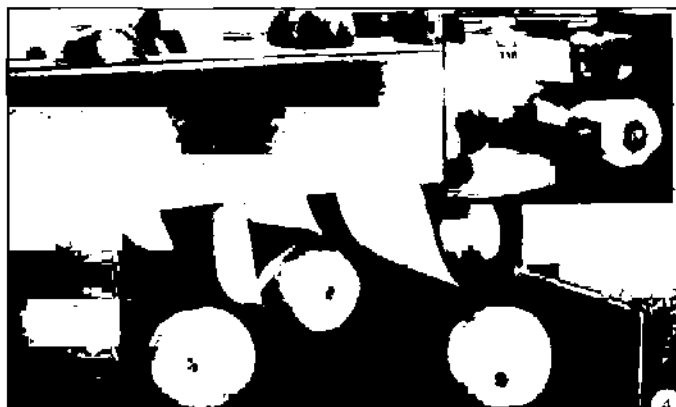
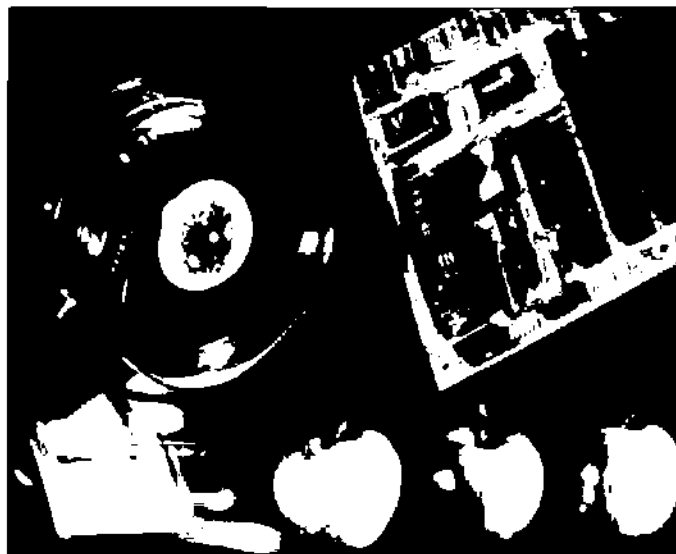
3.- Se han especificado métodos de muestreo para garantizar la precisión de los resultados.

Un sistema como el propuesto puede complementar o sustituir ventajosamente a las inspecciones de control visual que se realizan ahora en ciertos centros de distribución, mediante expertos humanos. Además posee otras ventajas, como las que aparecen en la tabla 1.

Análisis previo de la empresa y sus necesidades

Este estudio fue encargado al Departamento de Ingeniería Rural de la ETSIA de Madrid por una importante empresa propietaria de numerosos hipermercados en España. La estructura de distribución de la compañía en lo referente a frutas y hortalizas, se centraliza en la Plataforma de Recepción, en el centro de la Península, a donde llega casi todo el producto que va a ser redistribuido hacia los puntos de venta (PdV) cada día.

Para ajustar el diseño del centro de control de calidad a las necesidades reales de la empresa, se estudió la actividad de la



El proceso de control de calidad de las frutas se lleva a cabo con mayor eficacia y rapidez mediante un sistema automatizado e informatizado.

plataforma cada noche durante varias semanas, registrando las entradas y salidas de producto, la especie vegetal, variedad y/o tipo a la que pertenecían, la cantidad de producto que se pasaba a las cámaras frigoríficas para su almacenaje, las pérdi-

das de producto, etc. Se pudieron extraer las siguientes conclusiones:

- Más del 60% del producto recibido cada día es enviado hacia los PdV en esa misma jornada y el resto permanece en cámara menos de 48 horas: el producto cambia constantemente en plataforma.

- La confección de los pedidos que deben ser enviados hacia PdV se completa en menos de tres horas: el tiempo disponible para realizar un control de calidad es muy pequeño, si se desea que la información obtenida sea de utilidad en las decisiones empresariales del mismo día.

- El control de calidad que se hace actualmente es meramente subjetivo, llevado a cabo por una sola persona que inspecciona un palet de cada camión, echando una ojeada a la fruta visible por los lados y a la capa superior sin deshacer el palet.

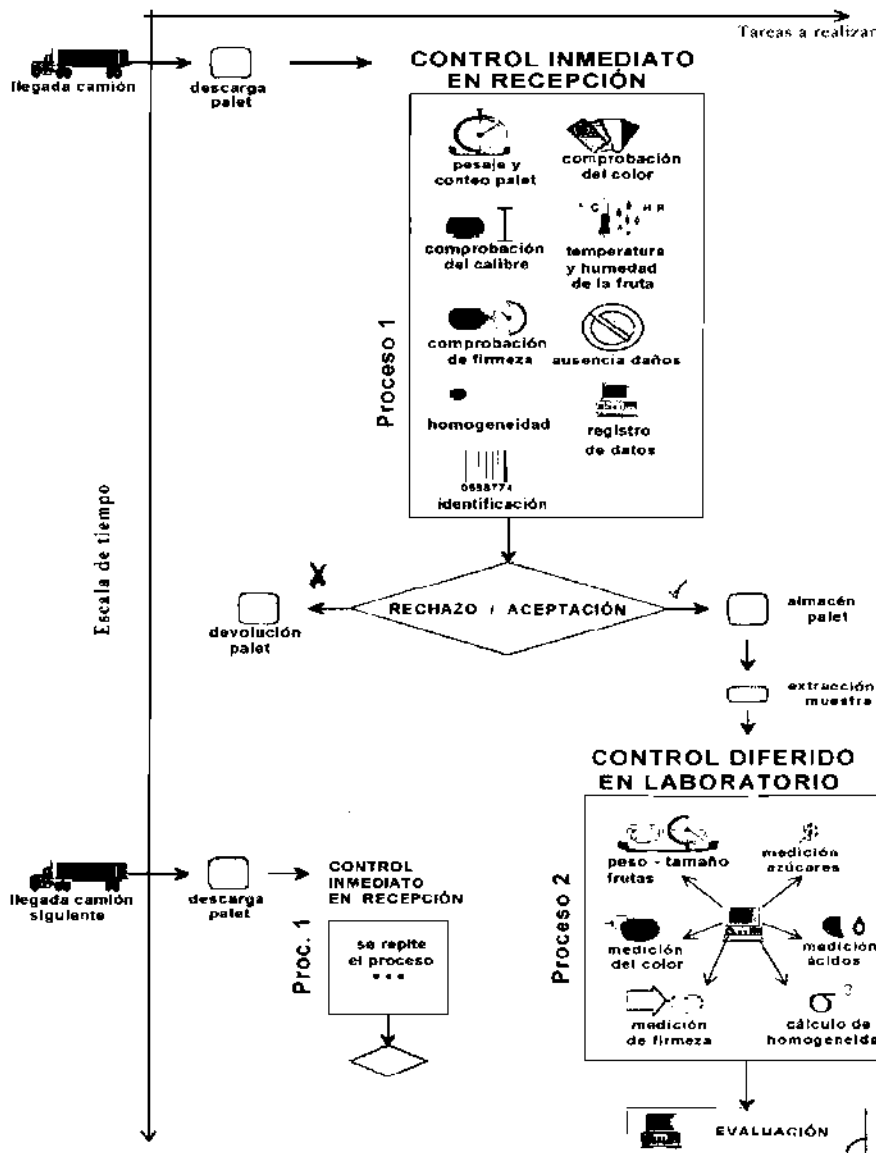
- No existe ningún uso de referencias de calidad (tablas de daños, de color...) aunque la compañía ha prescrito normativas detalladas para cada producto; tampoco se usa aparato de medida alguno.

- Aparte del peso del palet, no se registra dato alguno de la calidad del producto entrante.

- Nunca se inspecciona cada palet que se descarga, ni siquiera una muestra de cada uno.

- Basándose en esta inspección visual se toma la decisión de aceptar o rechazar

PROCESO DE CONTROL DE CALIDAD



cada lote de palets que es descargado en la plataforma, a dónde enviarlo o de si almacenarlo o no.

Como puede verse, la situación real en la plataforma adolece de un control de calidad riguroso y similares situaciones pueden verse en otros centros comerciales. Debe definirse un nuevo sistema de control de calidad que satisfaga los siguientes objetivos:

- Poscer un mínimo laboratorio de control de calidad, diseñado para ser construido *in situ* junto a la recepción, para controlar el producto en tiempo real.
- Con un esquema de funcionamiento basado en un protocolo sistemático, equipos de medida y un número reducido de técnicos de laboratorio, para conseguir un control objetivo.
- Un proceso de control diseñado para funcionar tan rápido como se necesite, para generar información útil en cada jornada.
- Control aplicado a cada palet entrante, para obtener información de su calidad y estado de madurez, de forma que se puedan tomar decisiones comerciales precisas de forma inmediata.
- Todos los controles e inspecciones deberán estar controlados por medio de ordenadores, responsables del almacenamiento de los todos los datos medidos.

Sistema de control propuesto

Teniendo en cuenta los objetivos fijados y la restricción lógica de que la inversión

► **Figura 3.** Esquema general del sistema de control de calidad de frutas y los dos procesos secuenciales: el proceso 1 es inmediato sobre el producto que se descarga y el proceso 2 se aplica después en un pequeño laboratorio.

TABLA 2. NÚMERO DE FRUTOS QUE FORMARÁN LA MUESTRA DE LABORATORIO, DEPENDIENDO DEL TOTAL EN EL PALET. (PRODUCTOS ENVASADOS O EN CAJAS)

PARA PRODUCTOS ACONDICIONADOS EN ENVASES (CAJAS, BANDEJAS ...)	
Número de piezas de fruta semejantes en el lote (tamaño de la unidad de muestreo)	Número de piezas de fruta a tomar
Hasta 100 uds.	5
De 101 a 300	7
De 301 a 500	9
De 501 a 1.000	10
De 1.000 en adelante	15 (mínimo)

sea la menor posible, se propone un sistema de control basado en un protocolo de muestreo y dividido en dos subprocesos, con diferentes modos de operación y diferentes equipos. Cada uno está diseñado para resolver distintos objetivos, aunque ambos son complementarios como se verá más adelante: el proceso 1 es rápido y barato, mientras que el proceso 2 es fiable y sistemático. En la **figura 1** se muestra un esquema general del funcionamiento del sistema de control y los dos procesos.

Proceso 1 : control inmediato durante la recepción

Será llevado mientras los palets están siendo descargados y pesados. Es un proceso rápido que combina la comparación con estándares de calidad, con el uso de pequeños aparatos portátiles. Dos personas emplearán de dos a cinco minutos para aplicar el control inmediato a cada palet durante la recepción. Los parámetros de calidad que serán medidos en este primer paso son: nivel de firmeza, color, daños externos, temperatura y humedad superficial

de las frutas.

El equipo usado para determinar estos parámetros de calidad en el proceso 1 será:

- Para medir firmeza, un penetrómetro tipo Magness-Taylor (destrutivo) o un durómetro no destructivo (tipo “Durofel” o similar).
- Para medir la humedad relativa y la temperatura de la superficie del producto, del interior del palet o de la atmósfera del camión, se usará un sensor portátil de humedad con termómetro digital.
- Para verificar el color de los lotes, el tamaño y la ausencia de daños, se compararán las frutas con tablas y estándares de referencia, como tablas de color, anillos calibrados y patrones de daños.
- La información generada en todas estas tareas será introducida en una base de datos mantenida por un ordenador que se situará junto a la recepción. Dependiendo de la cuantía de la inversión que se quiera hacer, la introducción de los datos (nivel de firmeza, color, daños, Tª, HR % y peso) podrá ser manual (a través de un teclado normal), facilitada por un panel electrónico

TABLA 3. NÚMERO DE FRUTOS QUE FORMARÁN LA MUESTRA DE LABORATORIO, DEPENDIENDO DEL TOTAL EN EL PALET. (PRODUCTOS A GRANEL)

PARA PRODUCTOS A GRANEL, SIN ENVASES ESPECIFICOS	
Masa de la unidad de muestreo (en kg.) o número total de piezas	Masa total de las muestras elementales o número total de piezas a tomar
Hasta 200	7
De 201 a 500	15
De 501 a 1000	25
De 1001 a 5000	40
De 5000 en adelante	70 (mínimo)

con botones intuitivos para introducción de datos, o bien completamente automática, en los casos que los equipos de medida se conecten al ordenador directamente o mediante intercomunicadores de infrarrojos.

- Según vayan siendo introducidos estos datos, el ordenador se encargará automáticamente de compararlos con las bases de datos de la compañía, para ver si se satisfacen los mínimos de calidad establecidos y para calcular índices de calidad representativos que ayuden a la toma de decisión de aceptación o rechazo de cada palet.

Las medidas se tomarán sobre una pequeña muestra de frutas extraídas de las cajas de cada palet. El número de frutas de esta muestra depende del número total de unidades del palet, pero como indicación puede recomendarse una cantidad inicial entre cinco y diez piezas, como se deduce de la aplicación de las normativas de muestreo (Normativa nacional de muestreo UNE 34-117-81, ISO 874), de los estudios estadísticos y las recomendaciones de dife-

rentes centros de investigación (CEMAGREF, CTIFL, UPM, etc.). Como algunas de las medidas son destructivas y es posible que el palet sea rechazado y devuelto al proveedor tras ser aplicado el control de calidad, un excesivo número de frutas en la muestra puede ser inadecuado.

Si el palet es finalmente aceptado por la empresa, para poder identificarlo a lo largo de los demás procesos, se le pegará una etiqueta con un código de barras unívoco (generado en el momento si no está ya codificado en origen por el proveedor). Este número de referencia identificará a la vez al palet entero y a la muestra de laboratorio que será extraída del palet para someterla al proceso 2 de control. Como la etiqueta dispondrá a la vez del dígito y del código de barras, será fácilmente legible mediante dispositivos electrónicos.

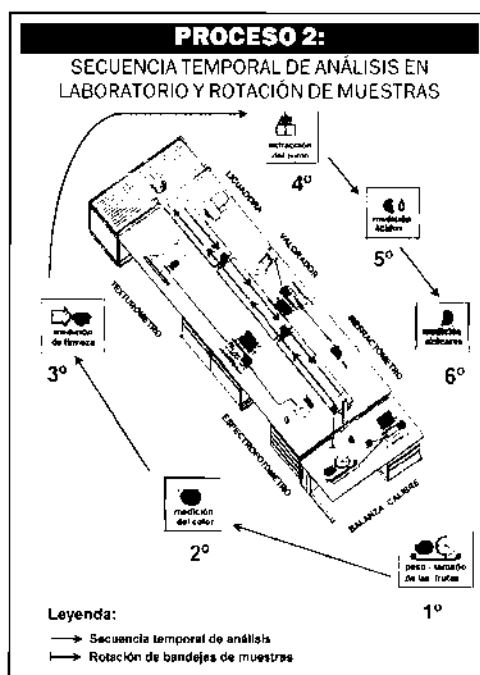
Proceso 2: control diferido en laboratorio

Tras ser aceptado un palet (basándose en los datos rápidos tomados con el proceso 1) puede ser realizado un análisis más profundo para caracterizar la calidad organoléptica del producto, en relación con el estado de madurez y la vida comercial. Según se van almacenando los palets o confeccionando los envíos, se extraerá una muestra representativa de cada uno para ser completamente analizada en un laboratorio, construido en la misma plataforma y equipado con instrumentos de medida precisos. Antes de exponer las tareas a realizar, deben explicarse ciertos puntos: la metodología de muestreo, los parámetros de calidad a medir y el equipo de medida.

Sobre el muestreo deben definirse tres conceptos: la unidad a muestrear, la metodología de muestreo y la muestra de laboratorio. La unidad a muestrear, es decir la mínima cantidad de producto que será objeto del proceso 2 de control y que se considerará como la población estadística total, será cada palet aceptado, siempre que esté formado por fruta de la misma variedad y del mismo origen. Por ello, la unidad de muestreo estará formada por las cajas que conformen cada palet, de donde se extraerán las piezas de fruta que constituirán la muestra de laboratorio.

Acerca de la metodología de muestreo, como este trabajo posee una finalidad práctica, se ha decidido dar a la vez unas recomendaciones iniciales sobre el número de piezas a usar y un método estadístico para comprobar la validez de los resultados y ajustar el muestreo a las necesidades futuras. Durante la puesta en marcha del centro de control de calidad pueden usarse los criterios de muestreo indicados en las tablas 2 y 3.

Por ejemplo, si un palet (unidad de



► Figura 2. Proceso 2: el control diferido en laboratorio de una muestra extraída del palet proporcionará datos precisos sobre firmeza, ácidos, azúcares, color, tamaño, peso y posibles daños.

muestreo) contuviera entre 500 y 1.100 piezas de fruta de tamaño medio (tipo manzana, melocotón) en cajas, una adecuada muestra de laboratorio deberá estar formada por 10 a 15 piezas. Deben ser extraídas aleatoriamente, de diferentes cajas a diferentes alturas dentro del palet. De cualquier forma se ha desarrollado una metodología más precisa basada en técnicas estadísticas para obtener ecuaciones que puedan ser insertadas en el programa automático de control de los ordenadores, de forma que se integre la información de campañas previas de control con los resultados obtenidos, para calcular automáticamente el tamaño de muestra más adecuado en cada caso.

Las piezas de fruta de la muestra de laboratorio serán colocadas en una bandeja, identificadas con el código de barras del palet correspondiente y entregadas al personal del laboratorio cercano a los muelles de recepción. En el laboratorio (proceso 2) para cada fruta de la muestra se medirán los siguientes parámetros de calidad:

- **Tamaño, peso y daños:** mediante una balanza y un calibre electrónicos, ambos conectados a un ordenador para almacenar automáticamente los datos.

- **Color:** usando un colorímetro o espectrofotómetro portátil (p. ej. Minolta C-series) conectado a un ordenador para grabar los datos de color de cada fruta.

- **Firmeza:** puede ser estimada mediante un ensayo estático Magness-Taylor con un texturómetro de mesa (p. ej. Texture Analyser XT2) controlado directamente por un ordenador y programado para lle-

var a cabo automáticamente el ensayo.

- **Tras medir la firmeza,** se extraerá el zumo total de la fruta con una licuadora normal, de forma independiente para cada pieza, y será vertido en vasitos codificados para proseguir con los controles.

- **Contenido en ácidos:** medido como acidez total de un volumen constante de zumo con un valorador automático programable conectado a un ordenador.

- **Contenido en azúcares:** medido con un refractómetro digital conectado a un ordenador para almacenar los datos.

Para acelerar la identificación de las bandejas de muestras en cada ensayo, el código de barras será leído con lectores digitales antes de realizar cada una de las medidas anteriores. De esta forma los ordenadores que controlan los equipos de medida identifican cada muestra a medir y pueden almacenar adecuadamente los datos obtenidos. Esto también reduce la posibilidad de error humano durante la rotación de las bandejas de muestras por el laboratorio.

Todo este proceso puede ser llevado a cabo manualmente o automatizarlo parcial o totalmente, mediante elementos robotizados.

Como se ha explicado, todo el proceso será controlado mediante una red de ordenadores personales convencionales, responsables de las siguientes tareas:

- Ayudar en el manejo de los equipos (proceso 1) o controlarlos directamente (proceso 2).

- Crear y actualizar la base de datos con la información diaria sobre los productos recibidos (cantidad, proveedor, aceptación, cantidad reenviada, identificación, etc.) y sobre los niveles de calidad de los mismos (parámetros medidos en los procesos 1 y 2).

- Almacenar los datos automáticamente según sean medidos.

- Proporcionar una rápida identificación de los productos almacenados o en proceso de control mediante el código de barras.

- Calcular índices de calidad y analizar la base de datos, así como ajustar el proceso mediante técnicas estadísticas.

- Relacionar toda la información con otras bases de datos (niveles de calidad impuestos por la compañía, nacionales, internacionales) y generar una base de datos sobre el nivel de calidad de los proveedores.

En la figura 3 se muestra un esquema de la red de ordenadores y los equipos conectados a cada PC.

Otro punto importante del sistema de control de calidad es la aplicación informática ("software") que se instale en los ordenadores para dirigir el sistema. Hoy en día hay suficientes aplicaciones estándar en el

mercado para realizar todas las tareas anteriores: comunicar y conectar los ordenadores, mantener una base de datos relacional, comunicarse con los equipos de medida...

El proceso puede funcionar perfectamente con un sistema operativo de red normal, un gestor de bases de datos empresarial y los pequeños programas que se incluyen con los diversos equipos. Sin embargo, la eficiencia del sistema sería mayor si se programara una aplicación nueva específica para este sistema, diseñada para los propósitos concretos del proceso y optimizada para interactuar con los equipos de medida. Esto resolvería posibles problemas de conectividad, intercambio de datos entre aplicaciones y control de equipos.

Recomendaciones sobre la puesta en marcha y uso

La instalación de un centro de control de calidad como el propuesto podría hacerse de una forma modular, gradualmen-

TABLA 4. RECOMENDACIONES PARA LA PUESTA EN MARCHA: APLICACIÓN A LAS PRINCIPALES FRUTAS Y A SUS PARÁMETROS MAS IMPORTANTES.

Tipo de fruta	Parámetro a medir primero	Segundo parámetro	Tercer parámetro
Manzana	Firmeza / textura	Daños	Sabor (azúcar y ácidos)
Pera	Firmeza	Sabor	Daños
Melocotón	Firmeza	Sabor	Daños
Albaricoque	Firmeza	Azúcar	Color
Tomate	Color	Firmeza	Sabor
Melón	Azúcar	Color	-
Cítricos	Podredumbres - hongos	Manchas / daños	Sabor

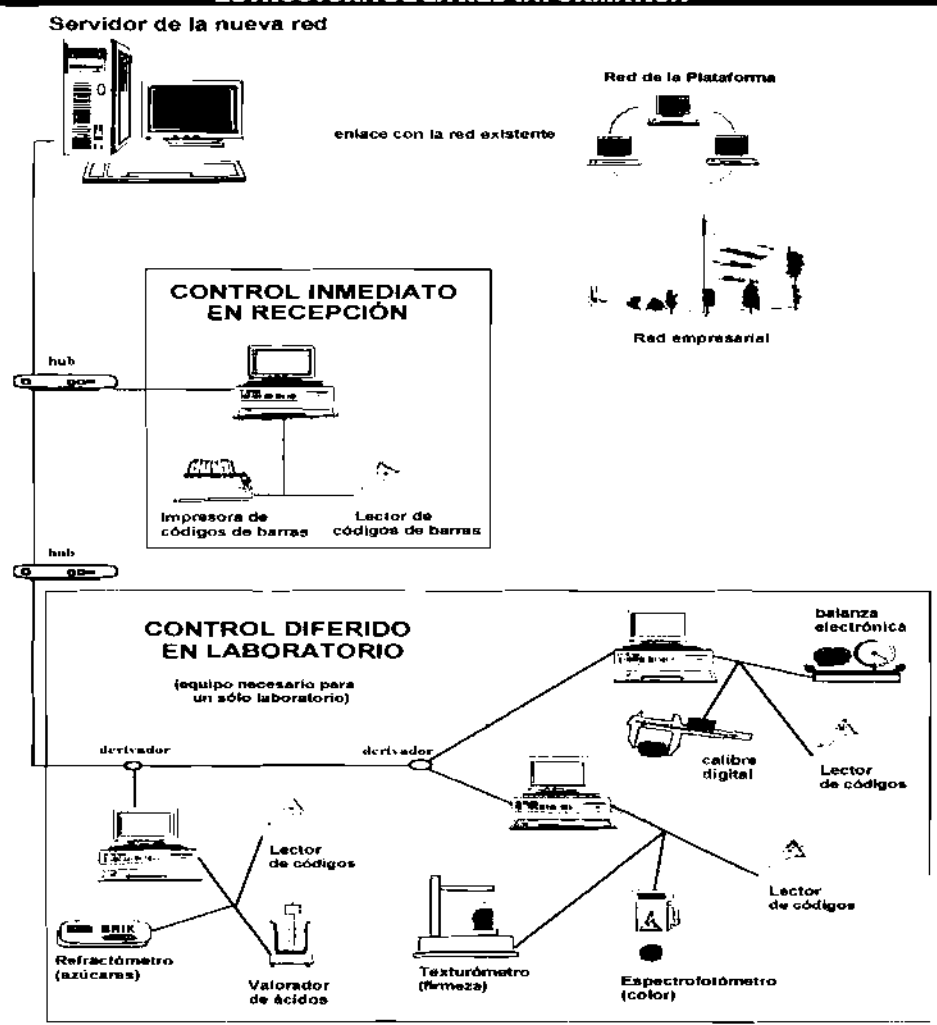
te en el tiempo. Por ejemplo, la inversión inicial podría dedicarse a instalar el proceso 1 como primera aproximación, y después de un tiempo de prueba y ajuste del sistema, pasar a la instalación del proceso 2 con su laboratorio.

Con el tiempo la estrategia de muestreo deberá ir cambiando, "bonificando" a los mejores proveedores con menos controles, con lo que se reducirán costes a la larga, pero sin dejar de supervisar la calidad de los proveedores y la vida comercial del producto.

Otra posibilidad es instalar todo el sistema completo pero particularizado para ciertas frutas y sus parámetros de calidad más significativos. De esta forma la inversión inicial será menor (al estar dimensionada para menos volumen), los equipos adquiridos se emplearán de forma más eficiente (para las frutas y parámetros de mayor repercusión en las ventas) y el gasto de tiempo durante el control de calidad será menor.

Por ejemplo, en la **tabla 4** se enumeran unas cuantas frutas y los tres parámetros de calidad que pueden ser más importantes para su control. ■

ESTRUCTURA DE LA RED INFORMÁTICA



► **Figura 3.** Red informática que controla el proceso: los ordenadores se encargarán de automatizar tareas, controlar equipos de medida y almacenar resultados.

BIBLIOGRAFIA

1. Libro coordinado por Jiménez Díaz, R. M. y Lamo de Espinosa, J. "Agricultura sostenible", Cap. 8: "Calidad de la producción agraria" (Calvo, M.). Agrofuturo - Life - Mundi-Prensa, 1998.
2. Valero, C., Ruiz Altisent, M. "A quality assessment system for fresh fruits in supermarkets and fruit trading centres". Premio internacional "Armand Blanc" para jóvenes investigadores en el XIII Congreso Internacional de Ingeniería Rural (CIQR), Marruecos 1998.
3. Ruiz-Altisent, M., y Barreiro, P. "Propiedades mecánicas y calidad de frutos. Definiciones y medidas instrumentales". Fruticultura Profesional, nº. 77 Marzo-Abril 1996.
4. Planton, G. "Mesurer la qualité des fruits". CTIFL, Infos-CTifl nº124. 1996.
5. Ruiz-Altisent, M., Barreiro, P. "Propiedades mecánicas y calidad de frutos. Definiciones y medidas instrumentales". Fruticultura Profesional, nº. 77, 1996.
6. Ruiz-Altisent, M. et al. "Manual de referencia sobre parámetros de calidad en frutas". Dpto. Ingeniería Rural, ETSIA Universidad Politécnica de Madrid. 1996.
7. Comunicación personal y tesis doctoral. "Optimització dels paràmetres de conservació per a millorar les característiques de qualitat dels fruits". Àrea de Postcosecha del Instituto de Investigación y Tecnología Agraria de la Univ. Lleida (IRTA-UdL), 1995.
8. Varios autores. "Normas de calidad para frutas y hortalizas". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Alimentación. Madrid. 1992.
9. Comunicación personal. "Estudio sobre el control de calidad de una empresa frutícola de Valencia." Cátedra de Estadística de la ETSII. Univ. Politécnica de Valencia. 1988.
10. Alavoine, F., Crochon, M., et al. "Taste quality in fruit: practical methods of analysis". CEMAGREF, France 1982.
11. Varios autores. "Post-harvest technology of horticultural crops", University of California, Division of Agriculture and Natural Resources (EFUO). 1985.